

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02147803
PUBLICATION DATE : 06-06-90

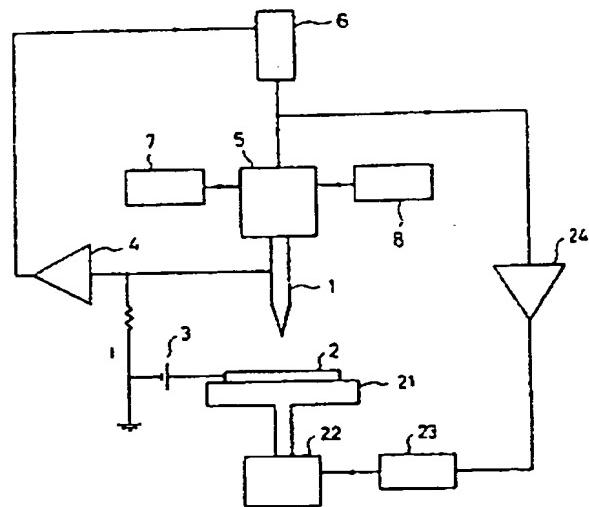
APPLICATION DATE : 29-11-88
APPLICATION NUMBER : 63299681

APPLICANT : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP
<NTT>;

INVENTOR : NAGAI KAZUTOSHI;

INT.CL. : G01B 7/34 G01N 23/00 H01J 37/28

TITLE : SCANNING TUNNEL ELECTRON MICROSCOPE



ABSTRACT : PURPOSE: To give a function which runs a chip for detection in parallel with the surface of a sample to a driving mechanism for the chip so as to improve the measuring accuracy of the title microscope by providing an amplitude detector for detecting the amplitude of Z-direction signals fed back to the driving mechanism.

CONSTITUTION: This scanning tunnel electron microscope is provided with an amplitude detector 24 for detecting the amplitude of Z-direction signals fed back to the driving mechanism 5 of a chip 1 for detection, a rotating mechanism 22 which rotates a sample table 21 around an axis parallel with the central axis of the chip 1 and, at the same time, controls the rotating angle of the table 21 so that the signal detected by the detector 24 can become the smallest, and a rotation driving mechanism 23 for driving the mechanism 22. When scanning tunnel electron microscope (STM) images of a sample 2 are respectively taken after inclinations of the sample 2 in X- and Y-directions are normalized, the dimensional accuracy of the images can be corrected in both X- and Y- directions.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑯ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-147803

⑬ Int.CI.⁵

G 01 B 7/34
G 01 N 23/00
H 01 J 37/28

識別記号 Z 庁内整理番号 8505-2F
Z 7172-2G
Z 7013-5C

⑭ 公開 平成2年(1990)6月6日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 走査型トンネル顕微鏡装置

⑯ 特 願 昭63-299681

⑰ 出 願 昭63(1988)11月29日

⑱ 発明者 長井 一敏 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

⑲ 出願人 日本電信電話株式会社 東京都千代田区内幸町1丁目1番6号

⑳ 代理人 弁理士 高山 敏夫 外1名

明細書

1. 発明の名称

走査型トンネル顕微鏡装置

2. 特許請求の範囲

試料面の微細な凹凸形状を検出するための走査型トンネル顕微鏡において、検出用チップの駆動機構にフィードバックされるZ方向信号の振幅を検出するための振幅検出器と、試料台を前記検出用チップの中心軸に平行な軸の回りに回転させ、かつ前記振幅検出器の検出した信号が最も小さくなるように試料台の回転角を制御するための回転機構と、該回転機構を駆動するための回転駆動電源とを具備したことを特徴とする走査型トンネル顕微鏡装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、観察する試料の、傾きを修正する機構を有する走査型トンネル顕微鏡(SCANNING TUNNELING MICROSCOPE: 以下STMと称す。)装置に関するものである。

(従来技術及び発明が解決しようとする課題)

STM装置は固体の表面形状を観察する装置である。第4図に従来のSTM装置の概略を示す。図中、1は先端を極めて鋭く尖らせた金砥針からなるチップ、2は観察せんとする試料、3はバイアス電源、4は検出器、5はチップ1と試料2との距離を調節(チップの軸方向、Z方向の調節)すると同時に試料の面(紙面に垂直な面、これをX、Y方向とする)に沿ってチップ1を移動させる駆動機構(例えばピエゾ素子)、6はチップ1のZ方向移動量を調節するためのZ方向駆動電源、7は三角波電圧を駆動機構5に与えてチップ1をX方向に移動させるためのX方向駆動電源、8も同じく三角波電圧を駆動機構5に与えてチップ1をY方向に移動させるためのY方向駆動電源である。X方向の三角波電圧とY方向の三角波電圧の周波数は、それぞれ、たとえば10Hzと0.1Hzのような値に設定する。

このSTM装置の動作はつぎのとおりである。バイアス電源3によってチップ1に電圧をかけられ

特開平2-147803(2)

と共に、駆動電源6によって駆動機構5に電圧をかけてチップ1・試料2間にトンネル電流が流れまるまでチップ1を、試料2の表面まで接近させる。トンネル電流は、チップ1・試料2間の距離の関数であり、その距離は数段程度であるX方向及びY方向駆動電源7、8によって駆動機構5に電圧をかけて、チップ1を試料2の表面に沿って、X、Y方向に走査すると、トンネル電流は、試料2の表面凹凸に従って変化する。そこでトンネル電流が常に一定になるように、チップ1・試料2間の間隔を調節するようにすれば、チップ1のZ方向の動きは、試料2の表面凹凸を忠実に再現することになる。つまりトンネル電流を検出器4によって検出して駆動電源6にフィードバックし、検出器4の出力が一定になるようにZ方向駆動電源6によって駆動機構5のZ方向調節を行なえば、Z方向駆動電源6の出力は、チップ1・試料2間の距離に正比例したものとなる。よって、X方向及びY方向駆動電源7、8の出力電圧に対応して、Z方向駆動電源6の出力電圧をプロットすれば、

試料2の表面の凹凸が表示されることになる。これによって、試料表面の微細パターンあるいは原子配列の観察を行なうのがSTM装置である。

STM装置において、チップを試料面に平行に走査することが前提であり、これが満たされないと、観察される原子配列等の表面形状が、実際のものとは異なった並んだものとなる。しかし従来のSTM装置には、チップを試料面に対して平行に走査させる機構はついていなかった。

本発明の目的は、STM測定の精度を高めるために、チップを試料面に対して平行に走査させる機構を有するSTM装置を提供することにある。
(課題を解決するための手段)

本発明は上記目的を達成するため、試料面の微細な凹凸形状を検出するための走査型トンネル顕微鏡において、検出用チップの駆動機構にフィードバックされるZ方向信号の振幅を検出するための振幅検出器と、試料台を前記検出用チップの中心軸に平行な軸の回りに回転させ、かつ前記振幅検出器の検出した信号が最も小さくなるように試

料台の回転角を制御するための回転機構と、該回転機構を駆動するための回転駆動電源とを具備したことを特徴とする走査型トンネル顕微鏡装置を要旨とする。

(実施例)

以下、図面に沿って本発明の実施例について説明する。なお、実施例は一つの例示であって、本発明の精神を逸脱しない範囲で種々の変更あるいは改良を行なうことは言うまでもない。

第1図は本発明の一実施例を示す図である。図中、1～8の符号を付した要素は第4図の従来例に対応する符号の要素と同一の機能・機構を有するものであり、説明を省略する。21は試料台、22は試料台21を回転させる回転機構、23は回転機構22を駆動する回転駆動電源、24はZ方向駆動電源6の出力振幅を検出する振幅検出器である。回転機構22は、試料台21をチップ1の中心軸と平行な軸のまわりに回転させる。また、回転駆動電源23は振幅検出器24が検出した値が最も小さくなるまで回転機構22を回転させる機能を

有する。

チップ1が走査するX-Y面の傾きは、STM装置への駆動機構5の取り付け方で決まるものである。一方、試料2の傾きは、試料2の形状や、試料台21への試料2の載せ方などに支配される。したがって試料2をSTM装置に装着した時に、チップ1が試料2の面に平行に走査されることは保証されていない。

この状態の、チップ1の試料2に対する動きを拡大して描いたのが第2図である。図中に付した符号は第1図の対応する符号の要素と同一の機能・機構を有するものである。

この状態でのSTM装置の動作を考える。チップ1の走査面は試料2に対してX方向のみが傾いている場合を考える。試料2の表面凹凸を α (図示していないが第3図参照)、チップ1の走査面に対する試料2の傾きを β とする。チップ1の走査面内の移動距離を X 、これに対応する試料2の表面内の移動距離を X' で表す。チップ1が走査面内を X だけ移動すれば、走査面が傾いているため

特開平2-147803(3)

に、チップ1は試料2から離れる。そこでSTM装置は、駆動機構5によりチップ1をZ方向に移動させて、チップ1・試料2間の間隔をもとの値に戻し、トンネル電流が一定になるように動作する。そのチップ1の移動量をZとすれば、

$$Z = X \cdot \tan \theta + \eta \quad (1)$$

また、

$$X' = X \cdot \cos \theta \quad (2)$$

であるから、

$$Z = X' \cdot \tan \theta / \cos \theta + \eta$$

ここで、 θ が十分小さい場合には

$$Z = X' + \sin \theta + \eta \quad (3)$$

となる。

第1図におけるZ方向駆動電源6は、駆動機構5によりチップ1をZ方向に移動させるために、(3)式に比例した電圧を出力する。つまりZ方向駆動電源6からは、試料2の表面凹凸の信号に、X方向掃引信号が重畠した電圧が発生する。

第3図は、X方向掃引を三角波電圧で行う場合について、Z方向駆動電源6の出力電圧を示した

Y方向ぞれぞれについて、像の寸法精度が補正されることになる。

(発明の効果)

以上説明したように、本発明によれば試料面の微細な凹凸形状を検出するための走査型トンネル顕微鏡において、検出用チップの駆動機構にフィードバックされるZ方向信号の振幅を検出するための振幅検出器と、試料台を前記検出用チップの中心軸に平行な軸の回りに回転させ、かつ前記振幅検出器の検出した信号が最も小さくなるように、試料台の回転角を制御するための回転機構と、該回転機構を駆動するための回転駆動電源とを具備したことにより、STM装置は固体表面に微細パターンあるいは原子配列などを直接観察できる手法として注目されているものであり、このSTM装置においては、観察される像が鮮明であること、ならびに像の寸法精度の信頼性が高いことが非常に重要な機能となる。その意味で本発明は、STM装置に不可欠な機能を付与するものであり、発明の効果はきわめて高い。

ものである。振幅検出器24によって、Z方向駆動電源6の出力の振幅を検出し、これが最も小さくなるまで、回転駆動電源23によって回転機構22に信号を与え、試料台21を回転させる。試料台21の回転によって、チップ1の走査面と試料2が平行になれば、(3)式はX方向掃引電圧の重畠がなくなってしまうだけとなる。つまり(3)式のZの振幅が最小になったこと、すなわち、第3図の三角波の振幅が最小になったことで、チップ1走査面のX方向と試料2が平行になったことが確認される。

チップ1走査面のX方向と試料2が平行になり、この状態で試料2のX方向の凹凸を観察すれば、(2)式から判るとおり、試料2の面内の距離とチップ1のX方向の走査距離が等しくなり、STM像のX方向の寸法精度が向上することになる。

Y方向の傾きに対しても全く同様のことが言える。

結局、上に述べたSTM装置によって、試料2のX方向の傾きを正してSTM像を取り、つぎにY方向の傾きを正してSTM像を取れば、X方向、

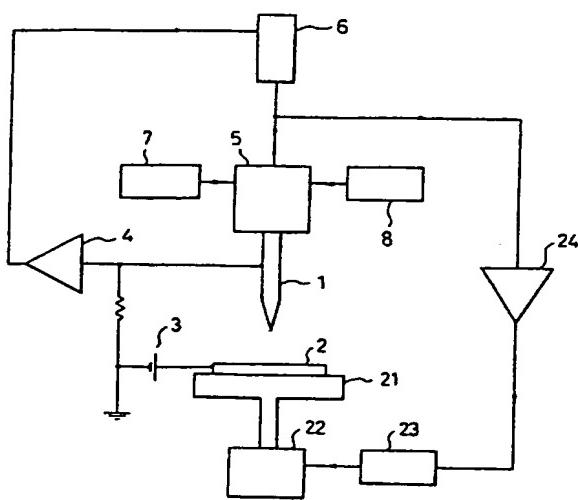
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す図、第2図は第1図の一郎を拡大して示した図、第3図は第1図のZ方向駆動電源の出力波形を示す図、第4図は従来のSTM装置の動作を説明する図である。

- 1 . . . チップ
- 2 . . . 試料
- 3 . . . バイアス電源
- 4 . . . 検出器
- 5 . . . X, Y, Z 方向の駆動機構
- 6 . . . Z 方向駆動電源
- 7 . . . X 方向駆動電源
- 8 . . . Y 方向駆動電源
- 21 . . . 試料台
- 22 . . . 回転機構
- 23 . . . 回転駆動電源
- 24 . . . 振幅検出器

特許出願人 日本電信電話株式会社
代理人 弁理士 高山敏(日本国外1名)

第 1 図

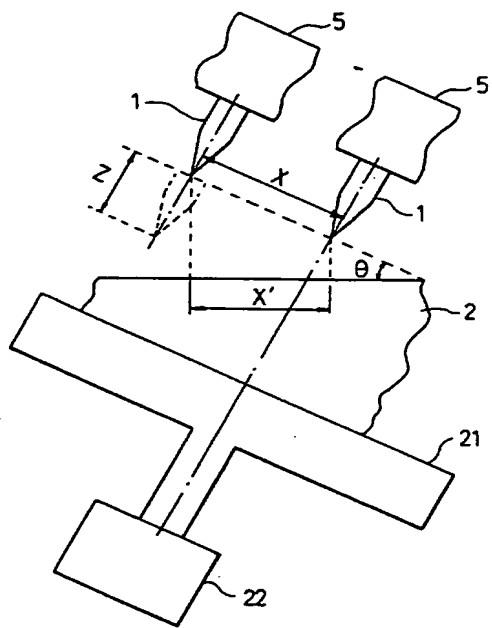


1 - ナット
2 - 試片
5 - 駆動機構

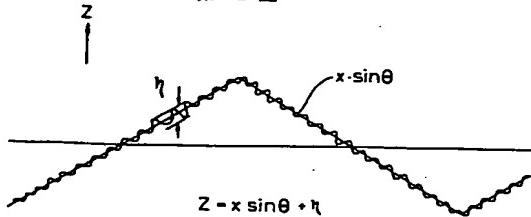
21 - 試料台
22 - 回転機械
23 - 回転駆動電源

24 - 振幅検出器

第 2 図



第 3 図



第 4 図

